BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images, please do not report the images to the Image Problem Mailbox.

TORCH

Patent Number: JP62240170
Publication date: 1987-10-20
Inventor(s): KANEKAWA AKIRA
Applicant(s):: AKIRA KANEKAWA
Requested Patent: JP62240170
Application Number: JP19860084835 19860411
Priority Number(s):
IPC Classification: B23K9/26 ; H05H1/32
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PURPOSE:To prevent an electrode from burning and to prolong the service life of a nozzle by providing a clearance between an insertion hole of the electrode and the electrode and making the clearance a duct of working gas.
CONSTITUTION:Plural peripheral grooves 4 are provided in the longitudinal direction to an inwall of the insertion hole 3 where the electrode 2 of a torch main body 1 is loaded. Then, these peripheral grooves are used as the ducts of the working gas supplied from a pipe 5 and the working gas is blown out along the periphery of the electrode 2. Accordingly, since the electrode 2 is kept in a cooled state at all times, the abnormal temperature-up is controlled and the electrode 2 can be prevented from burning even if it is used for hours continuously. As a result, the stable plasma spraying is always performed and the service life of the nozzle can be prolonged to about five times longer than the usual one.

Ref. #16
TDTD 10465.1
K. Horner-Richardson
09/821,868

⑲日本国特許庁（JP）　⑪特許出願公開

⑫公開特許公報（A）　昭62－240170

⑤1Int.Cl.⁴	識別記号	庁内整理番号	④3公開　昭和62年(1987)10月20日
B 23 K 9/26		E－7727－4E	
H 05 H 1/32		7458－2G	

審査請求　未請求　発明の数 1　（全7頁）

⑤4発明の名称　トーチ

②1特　願　昭61－84835
②2出　願　昭61(1986)4月11日

⑦2発 明 者　金　川　　昭　大田市大田町大田イ833番地2
⑦1出 願 人　金　川　　昭　大田市大田町大田イ833番地2
⑦4代 理 人　弁理士　永田　久喜

明　細　書

1　発明の名称

トーチ

2　特許請求の範囲

1. プラズマ切断装置において、トーチ本体に設けられた電極棒を装填する挿入孔と、該電極棒との間にプラズマ化させるべき作動ガスの流路としての間隙を設けたことを特徴とするトーチ。
2. 間隙は、挿入孔の内壁に設けられた溝によって構成されるものである特許請求の範囲第1項記載のトーチ。
3. 間隙は、電極棒の外壁に設けられた溝によって構成されるものである特許請求の範囲第1項記載のトーチ。
4. 間隙は、挿入孔及び電極棒に設けられた溝によって構成されるものである特許請求の範囲第1項記載のトーチ。

3　発明の詳細な説明

(a)　産業上の利用分野

本発明は、プラズマ切断機における切断用トーチの改良に関するものである。

(b)　従来の技術

従来、プラズマ切断には作動ガスとして窒素やアルゴンなどが使用されていたが、これらは高価であることと維持・管理に手間がかかり、また、ガス圧の設定や作業電流の設定を微妙に調整しなければならず、かなりの熟練が必要であった。

この点に鑑み、近時作動ガスとして圧縮エアーを利用したプラズマ切断装置が開発され、作業性の飛躍的な向上が図れるようになった。このエアープラズマ切断機は、厚物の切断が出来ないもの（20㎜程度以上）一般的に利用されているエアーコンプレッサーを作動ガスの供給源としているので安全であるし、取り扱いが極めて容易となる利点がある。とりわけ、建築金物に利用される薄物のステンレス鋼・アルミニウム・真鍮或いは自

動車用の鉄板などの切断には、切断幅が小さくてドロスの発生が少なく、また、被工作物の熱収縮が小さいので、歪がほとんど発生せず好適である。勿論、この他板金やプレス加工後の後処理や異種の金属を組み合わせたものの切断などあらゆる金属の孔開けや切断加工の分野において極めて手軽に使用することができ、その用途は著しく広い。

また、このエアープラズマ切断機は極めて細い切断幅で鋭利な精密切断ができ、後加工を最小限に抑えることを特徴としている関係上、切断箇所を目視しながら作業できるようにヘッド部分、特にノズルの先端部分が細く構成されている。

そのためには、極めて高温のプラズマを発生するこのタイプのトーチのヘッド部分を冷却する必要があり、ノズルに冷却水を循環させる水冷方式のものや作動ガスとしての圧縮エアーを冷却に利用したものがある。

(c) 発明が解決しようとする問題点

しかし、エアープラズマ切断は前述した如く種々の冷却方法を採り入れることにより連続使用可能としているものの、現実には稼働率が約40～50%に過ぎないものであった。つまり、切断作業時において、ノズルが高温度のプラズマを噴射するときの熱及び被加工物からの反射熱さらには溶融したドロスやスパッターの付着等により、その先端部分が徐々に焼損するため、頻繁に作業を休止して冷却しなければならないからである。特に、厚物を切断する場合にはスパッターやドロスの吹き返しが激しく、ノズルのみならず保護キャップまで焼損することがあった。

このため、本発明者はノズルのプラズマ噴出孔の開口部に皿穴等の凹部を設けたり、ノズルの先端部分に斜面を形成し、この部分にプラズマ噴出孔の開口部を位置させる等の改良を行なった。この結果、プラズマ噴出孔がスパッター等の付着により塞がれるのを防止すると共に被加工物からの熱の吸収をも抑えることが可能となり、作業能率の飛躍的な向上が図れることとなった。そして、さらにトーチの先端部分を覆う保護キャップにも

作動ガスを循環させるなど、トーチの冷却方法を改善したことにより実質的な稼働率を90%以上まで向上させるに至った。

しかしながら、これらの改良はトーチのノズルや保護キャップなどに留まっていたため、完全な状態のトーチを創造できたものとは言い難いものであった。つまり、依然としてプラズマを発生させているトーチ内部においては、高温度の状態が続いていることから、適正なプラズマが発生せず切断状態に微妙な変化が生じてしまうという欠点があった。また、特に電極棒の先端部分であるプラズマ発生部位においては、長時間使用しているうちにプラズマが集中して発生せず、周囲に散らばった状態となって安定しないと共にその寿命が短くなり、かつ、ノズルにも悪影響を及ぼすという欠点も生じていた。

(d) 問題を解決するための手段

そこで本発明者は鋭意研究の結果、電極棒を装填するトーチ本体の挿入孔と該電極棒との間に間隙を設け、この間隙を作動ガスの流路としたトーチを開発した。つまり、本発明に係るトーチは電極棒の外周部をプラズマ化させる作動ガスの流路としたことにより、電極棒のみならずトーチ内部の昇温を抑制し、ひいてはトーチ全体の冷却効果を高めることを最大の目的としたものである。

尚、本明細書中でいうトーチ本体とは、これに電極棒、バッフル、ノズルさらに保護キャップ等を取り付けてトーチを構成するものであって、電極棒に電流を伝えるよう導電体としたもの或いは電源接続部を備え、かつ、作動ガス供給源から送り込まれる作動ガスの流路を備えたものをいう。また、間隙とは、電極棒の外壁及び／又は該電極棒を装填する挿入孔の内壁に溝や突起を設けることによって形成されるものをいう。さらに、作動ガスとは、これをプラズマ化させて噴出させることにより被加工物を切断するものであって、圧縮空気や窒素或いはアルゴン等のものをいう。

(e) 作用

本発明に係るトーチは、最も高温を発生する部位である電極棒さらにはトーチ内部の冷却を行なわしめることを目的としたものであって、トーチ全体の昇温抑制作用及びプラズマの安定噴出を図ることを可能としたものである。

(f) 実施例

以下、本発明を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

第1図は本発明に係るトーチ（T）におけるトーチ本体(1)の一実施例を示すもので、作動ガスの流路としての間隙を形成するべく電極棒(2)を装填する挿入孔(3)の内壁にその縦方向に複数の周溝(4)…を設けている。この周溝(4)…をパイプ(5)を通って供給される作動ガスの流路としたことにより、挿入孔(3)に装填される電極棒(2)の周囲に沿って作動ガスが噴出するようにしたものである。

従来のトーチ本体(1)'は第2図に示すように電極棒(2)の挿入孔(3)の周りに複数の孔(6)…を設けることによってパイプ(5)からの作動ガスの流路としていたが、これは単なる作動ガスの通り路でしか過ぎないものであって、電極棒(2)には何等の影響も及ぼさないものであった。従って、本発明に係るトーチ本体(1)を用いることにより、第3図に示すように作動ガスが電極棒(2)の周囲に沿って流れることとなるので、電極棒(2)が常時冷却されている状態を保つことが可能となった。また、従来のトーチ本体(1)'に設けた孔(6)…は約4個程度設けたに過ぎず、しかもその径が約φ1㎜程度であったものを本実施例のようにその数を2倍の8個とし、且つ径をφ1.5 ㎜程度に大きくしたことによって、電極棒(2)の冷却はもとよりトーチ（T）全体の冷却効果も飛躍的に向上させることができる結果となった。尚、図中(10)はノズル、(11)は保護キャップ、(12)はバッフルである。

本実施例に示す電極棒(2)は、本体胴部(7)の両端に電極部分を設けたものであって、一方が消耗しても、ひっくり返して装填することにより、もう一方の電極部分が新たに使用できるようにしている。そして、これは細長いノズル(10)に使用するべく電極部分を従来のものより長くしている。ノズル(10)を細長くすれば狭い箇所の切断や波板等の被加工物（W）の切断に適しており、また、切断部分からの熱がこもらず、かつ、トーチ（T）全体に熱が伝わり難いという効果がある。さらには切断箇所を目視し易いので、一般の切断にも適している。ところが、従来のトーチ本体(1)'では電極部分の長い電極棒(2)を使用する場合には一方の電極部分を切断してからでないと装填することができなかったが、本発明に係るトーチ（T）ではトーチ本体(1)の挿入孔(3)の奥部を深くして、このような電極棒(2)でも従来の短いものと同様に装填できるよう構成している。

尚、電極棒(2)の形状は本実施例に限定するものではなく、第4図に示すように電極部分を一方にのみ設けたものでも当然よい。この場合においても作動ガスと接触する面積を大きくするためにはできるだけ長くした方が好ましい。

第5図は本発明の他の実施例を示すもので、挿入孔(3)の周壁には螺旋状の周溝(4)を設けたものである。これも前実施例と同様に電極棒(2)の周囲に沿って作動ガスが流れることとなって、同等の冷却効果を得ることが可能となる。

ここで、電極棒(2)の冷却効果をより高くするため、第6図に示すように電極棒(2)の胴部(7)の円周方向に複数の溝(8)…を周設している。すなわち、溝(8)…を設けたことによって生じる突部(9)がフィンの役目をして電極棒(2)の放熱効果が高くなると共に作動ガスとの接触面積が大きくなるからである。また、挿入孔(3)に設けた周溝(4)…と電極棒(3)に設けた溝(8)…と直交する状態となるので、作動ガスがこの部分に滞留した状態となり、冷却効果がより一層高くなる。勿論、この溝(8)…を第7図に示すようにネジ状の螺旋溝としてもよく、さらには第8図に示すように長手方向に設けた縦溝としてもほぼ同等の効果を有することとなる。

電極棒(2)及び挿入孔(3)の両方に溝等を設ける場合には、一方を円周方向に設ければ他方を縦溝や螺旋溝とすることによって作動ガスの流路とすれ

ばよいが、例えば第9図に示すようにすれば両者共円周方向に設けても作動ガスの流路を形成することが可能となる。

第10図は本発明のさらに他の実施例を示すもので、挿入孔(3)には周溝(4)…を設けずに電極棒(2)のみに溝(8)…を設けて作動ガスの流路としたものである。この場合においても突部(9)がフィンの役目をすることとなるため、前述した実施例と実質的にほぼ同一の効果を有する。また、溝(8)…は縦溝だけでなく螺旋溝としてもよく、要は作動ガスの流路としての機能を有するものであればよい。

第11図は本発明のさらに他の実施例を示すもので、作動ガスの流路としての間隙を形成するべく挿入孔(3)の内壁に突起(13)を設けたものである。この突起(13)によって間隙を形成するという意味においては第12図に示すように電極棒(2)の胴部(7)に突起(13)を設けるようにしてもよい。勿論、電極棒(2)と挿入孔(3)の両者に突起(13)…を設けるようにしてもよく、突起(13)と周溝(4)或いは溝(8)とを組み合わせるようにしてもよい。

(6) 発明の効果

以上のように本発明に係るトーチは、電極棒の周囲に沿って作動ガスを供給させる構造としたことにより、電極棒の異常な昇温を抑制することが可能となった。従って、長時間連続して作業を行っても電極棒が焼けることなく、常に安定したプラズマを噴射できるので、被加工物の切断面が荒れることなく後加工にかける手間を大幅に削減することが可能となった。本発明者の行なった実験によっても電極棒の先端部は従来では皿穴状に広がっていたものが、本発明品を使用することによって、その先端部の穴が極めて小さくなると共にプラズマが常に集中して発射でき、しかも電極棒の寿命が延びるという良好な結果が得られた。そしてさらには、トーチ内部の昇温をも抑制することからトーチ全体の冷却効果を高めることができる結果、ノズルの寿命も従来のものより約5倍にもなるという極めて有益な効果を有するものである。

11

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係るトーチにおけるトーチ本体の一実施例を示す斜視図、第2図はトーチ本体の従来例を示す斜視図、第3図は本発明に係るトーチの使用状態を示す断面図、第4図は本発明の他の実施例を示す断面図、第5図はトーチ本体の他の実施例を示す断面図、第6図乃至第8図は夫々本発明のさらに他の実施例を示す斜視図、第9図及び第10図は夫々本発明のさらに他の実施例を示す断面図、第11図はトーチ本体のさらに他の実施例を示す一部を切り欠いた斜視図、第12図は電極棒のさらに他の実施例を示す斜視図である。

T……トーチ
1……トーチ本体
2……電極棒
3……挿入孔
4……周溝
5……パイプ
6……孔

12

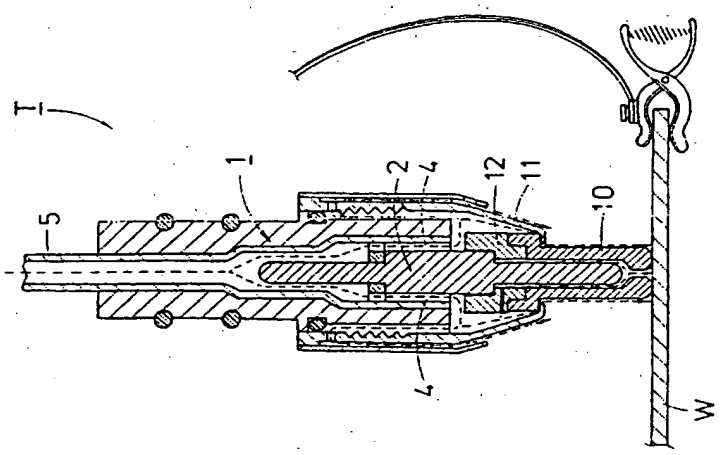
7……胴部
8……溝
9……突部
13……突起

特許出願人　金川昭
代理人弁理士　永田久喜

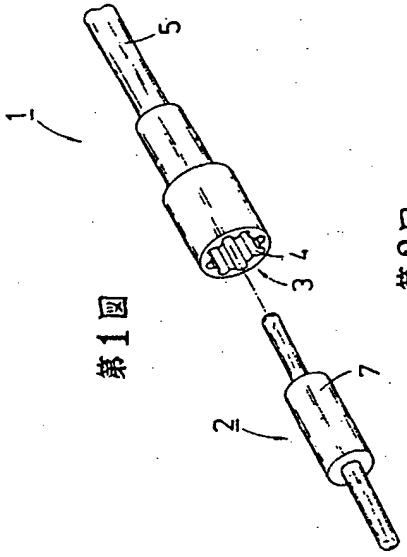
13

14

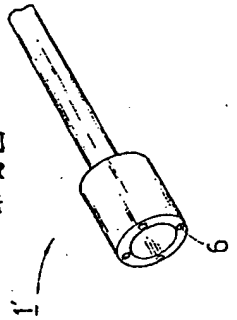
第3図

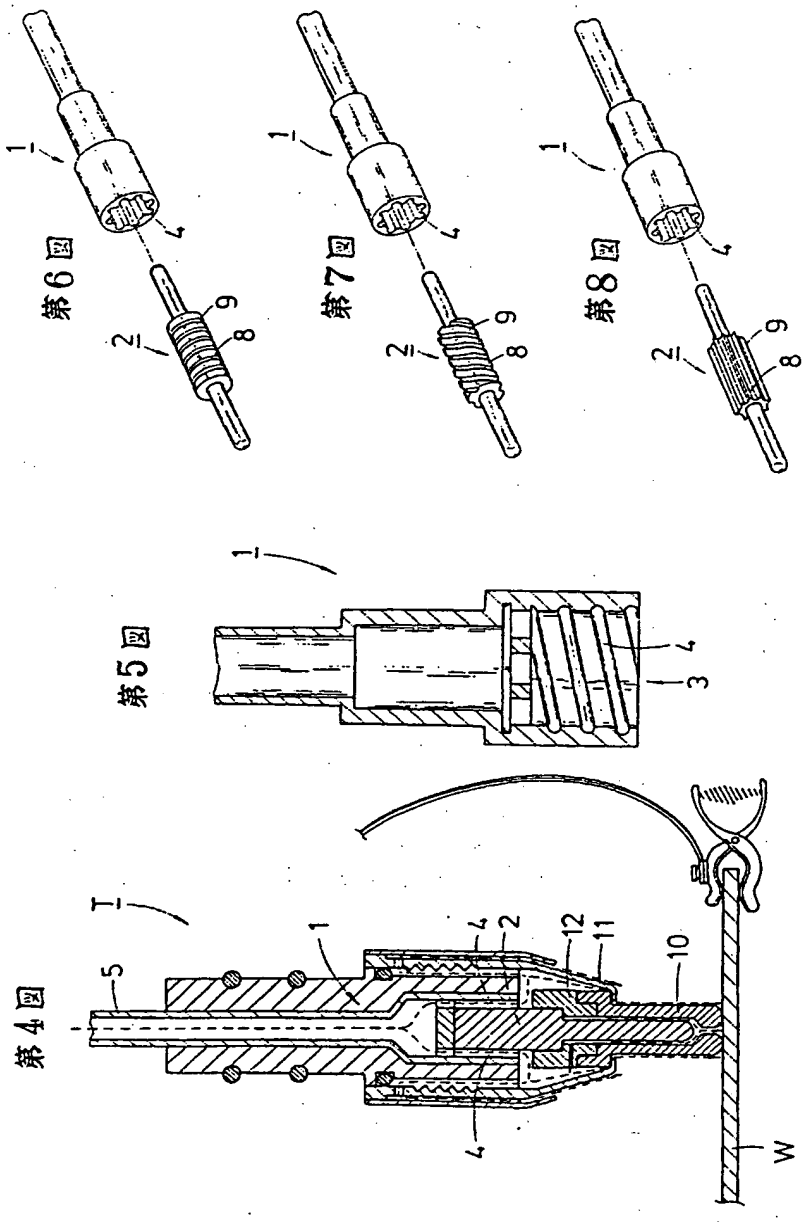


第1図

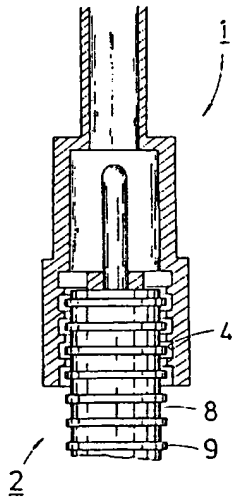


第2図

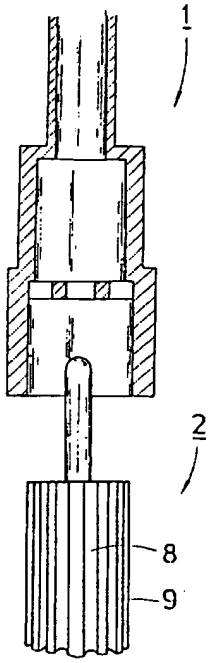



第6図
第7図
第8図
第5図
第4図
1
2
3
4
5
8
9
10
11
12
W

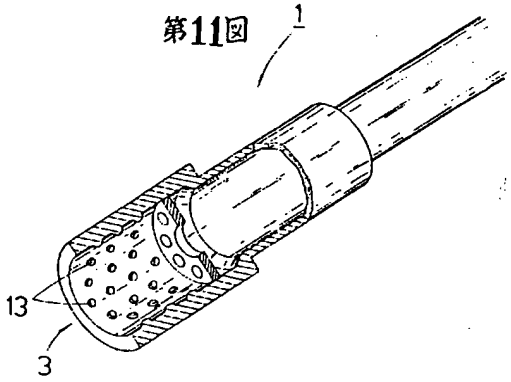
第9図



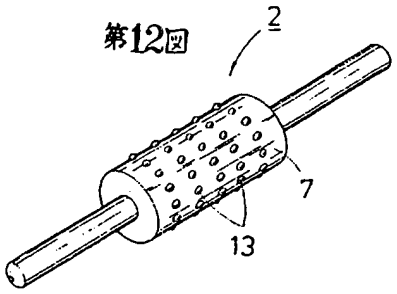
第10図



第11図



第12図



(19) Japan Patent Agency (JP)

(12) **PATENT BULLETIN** (A)

(11) Patent Application Publication No.: Sho 62(1987) - 240170
(43) Date of Publication: October 20, 1987(Showa 62)

(51) Int. Cl.[4]	ID Code	Agency Ref. No.
B 23 K 9/26		E-7727-4E
H 05 H 1/32		7458-2G

Request for Examination: None
Number of Invention: 1
(Total 7 pages)

---

(54) Title of Invention: Torch

(21) Patent Application No.: Sho 61 (1986)-84835
(22) Date of Application: April 11, 1986 (Showa 61)
(72) Inventor: Akira Kanekawa, I-833-2 Ohta, Ohta-cho, Ohta City
(71) Applicant:. Akira Kanekawa, I-833-2 Ohta, Ohta-cho, Ohta City
(74) Agent: Hisaki Nagata, Patent Attorney

SPECIFICATIONS

1 Title of Invention

Torch

2 Claims

1. A torch for a plasma cutter, which has the following characteristic features. A gap is created between the bore in the torch main body for inserting an electrode and the said electrode. The gap is used as the flow path of a working gas which is to be transformed to a plasma.
2. The torch described in Claim 1, in which the gap is created by grooves made on the inner surface of the electrode insertion bore.
3. The torch described in Claim 1, in which the gap is created by grooves made on the outer surface of the electrode.
4. The torch described in Claim 1, in which the gap is created by grooves made on the surfaces of the insertion bore and the electrode.

3 Detailed Description of Invention

(a) Technical Area of Invention

This invention pertains to the improvements of a cutting torch in a plasma cutter.

(b) Existing Technology

In the conventional plasma cutting, however, a gas such as nitrogen and argon has been used as the working gas, but these gases are expensive and the use of these gases requires careful maintenance and control as well as considerable skills for delicate adjustments in setting the gas pressure and the working current.

To resolve such difficulties, a plasma cutter utilizing compressed air as the working gas was recently developed and the operating efficiency was greatly improved. That is, while such air plasma cutter is incapable of cutting thick (more than about 20 mm) pieces, it uses a common air compressor as the source of the working gas, making its handling much simpler. Therefore, it is particularly well suited for cutting thin pieces of stainless steel, aluminum, and brass used for building hardwares and steel plates used for automobiles because it yields the small cutting width, the reduced dross and little thermal contraction of work pieces. The air plasma cutter can be used quite handily in all areas involving boring or cutting of metals including post heat treatment of press worked sheet metals and cutting of pieces made of two different metals. Therefore, its uses are enormous.

One of the characteristic features of the air plasma cutting process is its capability of sharp and precise cutting with a very small cutting width, thus minimizing the post cutting treatment. Therefore, attempts have been made to construct the torch head, the tip of the nozzle in particular, as slender as possible so that the cutting operations can be made visually observing the cutting points.

In addition, in the plasma cutting, the extremely hot plasma is generated and the torch head must be cooled. There are two types of systems for such cooling; the water-cooling type in which cooling water is circulated in the nozzle or the air-cooling type in which part of compressed air supplied as the working gas is used for cooling.

(c) Problems To Be Resolved by Invention

The air plasma cutting, as described above, withstands a long, continuous operation when one of the cooling methods is adopted. In practice, however, its rate of operation is only 40 - 50 %. That is, during the cutting operation, the nozzle tip is gradually burned because of the heat of injection of the high temperature plasma, the heat reflected from the work piece, and the deposit of melted dross and spatters, and thus the operation must be interrupted frequently for cooling. When cutting a thick piece in particular, the deposit of the spatters and the dross are so severe that the burning takes place not only in the nozzle but also in the cap protecting the nozzle.

To resolve such problems, the inventor of this patent has made various improvements such as providing recesses such as countersinks on the plasma injection opening of the nozzle or forming a tapered surface near the nozzle tip to place the plasma injection opening at this portion. With these improvements, it became possible to prevent the clogging of the plasma injection opening due to the deposit of spatters and to reduce the absorption of the heat reflected from the work piece, and the operation efficiency was increased greatly. In addition, by improving the torch cooling method with the circulation of the working gas in the protection cap covering the torch tip, the operation rate in practice was increased to 90 % or higher.

These improvements, however, are all made within the nozzle of the torch or its protection cap, and the torch is still far from perfect. That is, the torch interior where the plasma is generated remains at a high temperature, resulting in a shortcoming that the proper plasma is not generated and subtle changes in the cutting conditions occur.

Another shortcoming is that, after a long operation, the plasma generated near the tip of the electrode loses its stability in concentration and scatters around, reducing the life of the tip and adversely affecting the nozzle.

(d) Means for Resolving Problems

The inventor of the present patent, after long and dedicated efforts, has successfully developed a torch in which a gap is created between the electrode inserting bore in the torch main body and the electrode, and this gap is used as the flow path for the working gas. In other words, the primary objective of the torch of this invention is to control the temperature increase of the electrode and the torch interior and thus to increase the cooling efficiency of the entire torch.

Note that, in the present specifications, the torch main body designates the torch assembly consisting of the electrode, the baffle, the nozzle, and the protecting cap. The torch assembly is equipped with the flow path for the working gas supplied from the working gas source. It may be electrically conductive so as to also function as the current lead wire to the electrode or alternatively an electrical connection may be separately provided. The gap designates the spaces created by the grooves or the protrusions provided on the outer surface of the electrode and/or on the inner surface of the electrode insertion bore. The working gas designates the gas which is injected as the plasma for cutting work pieces. Compressed air, nitrogen, and argon are among such working gases.

(e) Effects

The torch of this invention is intended for cooling the electrode, where the highest temperature is generated, and the torch interior. With this invention, the control of the temperature elevation of the entire torch and the stable injection of the plasma became possible.

(f) Embodiments of Invention

In the following, the torch of this invention is explained in detail referring to its embodiments illustrated in the drawings.

Figure 1 is a sketch of an embodiment of the torch main body (1) in the torch (T) of the present invention. Multiple longitudinal grooves (4) are provided on the inner wall of the electrode (2) inserting bore (3) to create the gap used as the flow path for the working gas. The working gas supplied from the pipe (5) is injected along the outer surface of electrode (2) inserted in the bore (3) with these grooves (4) as its flow path.

In the conventional torch main body (1') shown in Fig. 2, multiple longitudinal holes (6) are provided in the wall of the electrode (2) insertion bore (3) as the flow path for the working gas supplied from the pipe (5). These holes (6), however, merely serve as the flow paths for the working gas, and have no influence on the electrode (2) at all. In the torch main body (1) of the present invention, on the other hand, the electrode (2) can be constantly being cooled because the working gas flows along the outer surface of the electrode (2), as shown in Fig. 3. The number of the holes (6) in the wall of the conventional torch main body (1') is only about four, and diameter of these holes is about 1 mm. In the embodiment of the present invention, the number of the grooves (4) is doubled to eight, and the diameter is increased to about 1.5 mm, thus yielding the greatly improved cooling effect not only for the electrode (2) but also for the entire torch (T). In Fig. 3, (10) is the nozzle, (11) is the protecting cap, and (12) is the

baffle.

In this embodiment, the electric poles are provided at the both ends of the main body (7) of the electrode (2), and when the pole at one end is consumed, the electrode (2) is turned upside down to provide a fresh pole. The pole portions are longer than those of the conventional electrode so as to be fitted in the slender nozzle (10). The slender nozzle (10) is suited for cutting to be made in a tight spot or cutting a work piece made of a corrugated sheet. Also the heat from the cutting zone does not remain stagnant, and the heat is not readily transferred by conduction to the entire torch (T). The better visibility at the cutting point is beneficial in most cutting operations. When the electrode (2) with the long poles at both ends is used in the conventional torch main body (1'), it cannot be inserted without cutting off one of the poles. In the torch (T) of this invention, the depth of the electrode insertion bore (3) in the torch main body (1) is increased so that even such longer electrode (2) can be inserted as readily as the conventional short electrode.

The shape of the electrode (2) is not limited to that of this embodiment. The electrode with the pole at one end only, as shown in Fig. 4, may be used. Even for such electrode, the longer, the better to increase the surface area in contact with the working gas.

Figure 5 shows an alternative embodiment of this invention in which a spiral circumferential groove (4) is provided on the inner wall of the electrode insertion bore (3). As in the case of the first embodiment, the working gas flows along the outer surface of the electrode (2), resulting in the same degree of cooling effect.

Here, to improve the cooling effect further, multiple circumferential grooves (8) are made on the main body (7) of the electrode (2), as shown in Fig. 6. That is, the ridges (9) formed between the grooves (8) function as fins to increase the heat radiation effect of the electrode (2), and the surface area in contact with the working gas is also increased. In addition, the longitudinal grooves (4) on the inner wall of the bore (3) and the circumferential grooves (8) on the electrode are arranged perpendicular to each other, and the working gas remains in these spaces. Thus the cooling effect is further increased. The circumferential grooves (8) may be replaced by a spiral groove like a screw thread, as shown in Fig. 7, or by the longitudinal grooves, as shown in Fig. 8. The same degree of cooling effect is obtained from any of them.

When the grooves are made on both the electrode (2) and the bore (3), it may be preferable to make one of them circumferential and the other longitudinal or spiral as the path of the working gas. However, if it is constructed as shown in Fig. 9, the grooves on the both surfaces may be circumferential to provide the flow path for the working gas.

Figure 10 illustrates other alternative embodiment of this invention, in which no circumferential grooves (4) are made on the inner wall of the bore (3) and the longitudinal grooves (8) are made on the electrode (2) only as the flow path for the working gas. In this embodiment, the ridges (9) again function as fins, and essentially the same degree of cooling effect as that of the preceding embodiment is obtained. The longitudinal grooves (8) may be replaced by a spiral groove. Any grooves which can fuction as the flow path for the working gas may be used.

Figure 11 illustrates still other alternative embodiment of this invention, in which the protrusions are made on the inner wall of the electrode insertion bore (3) to create the gap as the flow path for the working gas. To create the gap with protrusions (13), the

protrusions (13) may be made on the surface of the main body (7) of the electrode (2). Of course, the protrusions (13) may be made on both the electrode (2) and the bore (3), or the protrusions (13) may be combined with the circumferential grooves (4) or the longitudinal grooves (8).

(g) Merits of Invention

As described above, the torch of the present invention is constructed in such a way that the working gas is supplied along the outer surface of the electrode, making it possible to control the abnormal temperature elevation of the electrode. Therefore, its long sustained operation does not cause the burning of the electrode, and torch always injects the stable plasma. The roughening of cutting faces of the work piece is thus largely eliminated and the time-consuming post-cutting treatment is greatly reduced. The good results were obtained in the experiments conducted by the inventor. That is, conventionally the opening ahead of the electrode widens toward the tip in the shape of a countersink. In the torch of this invention, a very small opening at the tip can be used for consistently injecting concentrated plasma, and the life of the electrode is extended. In addition, the cooling effect for the entire torch can be increased by controlling the temperature elevation of the torch interior also, and consequently the life of the nozzle is extended to about five times that of the conventional nozzle.

4 Brief Description of Figures

Figure 1 is a sketch of one embodiment of the torch main body in the torch of the present invention; Fig. 2 is a sketch of the torch main body in a conventional torch; Fig. 3 is a longitudinal section of the torch of the present invention in operating condition; Fig. 4 is a longitudinal section of an alternative embodiment of this invention; Fig. 5 is a longitudinal section of an alternative embodiment of the torch main body; Figs. 6 through 8 are sketches of additional alternative embodiments of this invention; Figs. 9 and 10 are longitudinal sections of more alternative embodiments; Fig. 11 is a broken-out view of still other alternative embodiment of the torch main body; and Fig. 12 is a sketch of still other alternative embodiment of the electrode.

T --- torch
1 --- torch main body
2 --- electrode
3 --- electrode insertion bore
4 --- longitudinal groove
5 --- pipe
6 --- hole
7 --- electrode main body
8 --- groove
9 --- ridge
13 --- protrusion

Patent Applicant Akira Kanekawa
Agent Hisaki Nagata, Patent Attorney (SEAL)